

Docket No.: 48864-042

#2  
**PATENT**

JC978 U.S. PTO  
09/960748  
09/24/01

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re Application of

Tetsuya KATAGIRI, et al.

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: September 24, 2001

Examiner:

For: METHOD AND SYSTEM FOR GENERATION THREE-DIMENSIONAL DATA

**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

Sir:

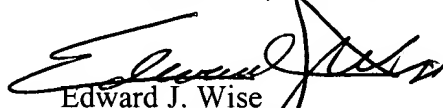
In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicants hereby claim the priority of:

Japanese Patent Application No. 2000-291489,  
Filed September 26, 2000

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

  
Edward J. Wise  
Registration No. 34,523

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 EJW:ykg  
**Date: September 24, 2001**  
Facsimile: (202) 756-8087

日 本 国 特 許  
JAPAN PATENT OFFICE

48864-042  
September 24, 2000  
KATAGIRI, ET  
McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 9月26日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-291489

出 願 人  
Applicant(s):

ミノルタ株式会社

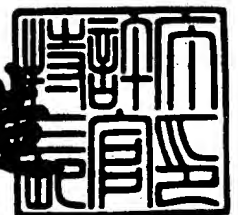


CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月31日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 TL03707

【提出日】 平成12年 9月26日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 11/00

【発明の名称】 3次元形状データ生成装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 片桐 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 糊田 寿夫

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100086933

【弁理士】

【氏名又は名称】 久保 幸雄

【電話番号】 06-6304-1590

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010995

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

特 2 0 0 0 - 2 9 1 4 8 9

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9716123

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元形状データ生成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体の 3 次元形状を計測して 3 次元データを生成する 3 次元計測装置と、前記物体の位置または姿勢を変更する位置姿勢変更装置と、前記 3 次元計測装置と前記物体との相対的な位置および姿勢を検出する相対位置検出手段と、前記相対位置検出手段の検出結果に基づいて前記複数の 3 次元データを統合する統合手段とを有し、

前記 3 次元計測装置および前記位置姿勢変更装置のそれぞれに前記相対位置検出手段の一部が設けられている、

ことを特徴とする 3 次元形状データ生成装置。

【請求項 2】

前記相対位置検出手段は、前記 3 次元計測装置の位置および姿勢を検出するための計測位置検出器と、前記物体の位置および姿勢を検出するための物体位置検出器と、前記計測位置検出器および前記物体位置検出器による検出結果に基づいて前記 3 次元計測装置と前記物体との相対的な位置または姿勢を算出する演算手段とを有する、

請求項 1 記載の 3 次元形状データ生成装置。

【請求項 3】

前記計測位置検出器は、前記 3 次元計測装置の位置または姿勢の変化に伴って移動する、

請求項 2 記載の 3 次元形状データ生成装置。

【請求項 4】

前記物体位置検出器は、前記位置姿勢変更装置の不可動部分に設けられており、

前記演算手段は、前記位置姿勢変更装置の変化量に基づいて前記 3 次元計測装置と前記物体との相対的な位置または姿勢を算出する、

請求項 3 記載の 3 次元形状データ生成装置。

【請求項 5】

前記物体位置検出器は、位置姿勢変更装置の位置または姿勢の変化に伴って移動し、

前記演算手段は、前記計測位置検出器と前記物体位置検出器との相対的な位置および姿勢に基づいて前記 3 次元計測装置と前記物体との相対的な位置または姿勢を算出する、

請求項 3 記載の 3 次元形状データ生成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、異なる位置から対象物を計測して複数の 3 次元データを取得し、これらの 3 次元データを統合することによって 1 つの 3 次元データを生成する 3 次元形状データ生成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

図 1 3 は従来における異なる位置から複数の 3 次元データを取得する方法を示す図である。

【0003】

対象物である物体の全周囲の形状について 3 次元データを生成するには、異なる位置から複数回その物体の 3 次元計測を行って 3 次元データを生成し、これらの 3 次元データを統合しなければならない。

【0004】

例えば、人物の上半身全体の 3 次元データを所望する場合は、その人物を正面、左側面、右側面、および背後などからそれぞれ計測して 3 次元データを生成し、これらの 3 次元データを統合する。

【0005】

また、人物の顔などのように全周囲のデータを必要としない 3 次元データを所望する場合であっても、1 つの位置から計測して生成した 3 次元データは、オクルージョンが原因となって精度の低い部分または欠損した部分が生じる可能性が

ある。したがって、異なる位置からの 3 次元データを統合して、精度の低い部分または欠損した部分を補わなければならない場合がある。

## 【0006】

そこで、図 13 に示すような方法が提案されている。図 13 に示す 3 次元計測装置 91 は、光切断法などにより物体 Q の 3 次元データを生成する。回転テーブル 92 は、回転軸 L' を中心に回転し、その上に置かれている物体 Q と 3 次元計測装置 91 との相対的な位置または姿勢を変更する。3 次元計測装置 91 と回転軸 L' との相対的な位置および姿勢は固定されている。処理装置 93 として、パーソナルコンピュータまたはワークステーションなどのコンピュータ装置が用いられる。

## 【0007】

回転テーブル 92 を回転させて、物体 Q と 3 次元計測装置 91 との相対的な位置または姿勢を変更させ、複数の 3 次元データを生成する。3 次元データを生成したときの回転テーブル 92 の回転角度および 3 次元計測装置 91 と回転軸 L' との相対的な位置および姿勢などに基づいて、処理装置 93 によって複数の 3 次元データを統合し、1 つの 3 次元データを生成する。

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

上に述べた従来の方法によると、物体 Q の全側面を 3 次元計測装置 91 の計測範囲に含めることができるので、側面に生じていたオクルージョンの問題を解決することができる。

## 【0009】

しかし、人物の頭頂部などのように、回転テーブル 92 を回転させるだけでは 3 次元計測装置 91 の計測範囲に含まれない部分が残る場合がある。また、顎下、鼻、または耳のように複雑な形状の場合も、計測できない部分が残る場合がある。

## 【0010】

したがって、係る方法によって統合して生成した 3 次元データには精度の低い部分または形状の特定できない部分が生じる可能性がある。

また、3次元計測を開始する準備として、3次元計測装置91と回転テーブル92との相対的な位置または姿勢を予め決定するが、このとき、3次元計測装置91に対する回転軸Lの位置および軸方向を所定のチャートを用いるなどして算出しなければならない。係る作業は、ユーザに負担になり、コストを引き上げる原因ともなる。

【0011】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、計測不可能な部分を従来よりも低減し、複雑な形状の物体であっても精度の高い3次元データを生成する装置を提供することを目的とする。また、ユーザの作業負担を減らすことを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る3次元形状データ生成装置は、物体の3次元形状を計測して3次元データを生成する3次元計測装置と、前記物体の位置または姿勢を変更する位置姿勢変更装置と、前記3次元計測装置と前記物体との相対的な位置および姿勢を検出する相対位置検出手段と、前記相対位置検出手段の検出結果に基づいて前記複数の3次元データを統合する統合手段を有し、前記3次元計測装置および前記位置姿勢変更装置のそれぞれに前記相対位置検出手段の一部が設けられている。

【0013】

好ましくは、前記相対位置検出手段は、前記3次元計測装置の位置および姿勢を検出するための計測位置検出器と前記物体の位置および姿勢を検出するための物体位置検出器とを有し、前記計測位置検出器および前記物体位置検出器のそれぞれの検出結果に基づいて前記3次元計測装置と前記物体との相対的な位置または姿勢を検出する。

【0014】

また、前記計測位置検出器は、前記3次元計測装置の位置または姿勢の変化に伴って移動する。

また、前記物体位置検出器は、前記位置姿勢変更装置の不可動部分に設けられ



ており、前記演算手段は、前記位置姿勢変更装置の変化量に基づいて前記 3 次元計測装置と前記物体との相対的な位置または姿勢を算出する。または、前記物体位置検出器は、位置姿勢変更装置の位置または姿勢の変化に伴って移動し、前記演算手段は、前記計測位置検出器と前記物体位置検出器との相対的な位置および姿勢に基づいて前記 3 次元計測装置と前記物体との相対的な位置または姿勢を算出する。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

〔第一の実施形態〕

図 1 は本発明に係る第一の実施形態の 3 次元形状データ生成装置 1 を示す図、図 2 は 3 次元位置センサ 1 4 の原理などを説明する図、図 3 はトランスミッタ 1 4 a とレシーバ 1 4 b との相対的な位置および姿勢の関係を示す図、図 4 は第一の実施形態の 3 次元形状データ生成装置 1 の機能的構成を示すブロック図、図 5 は空間 S に存在する 5 つの 3 次元座標系を示す図である。

【 0 0 1 6 】

図 1 に示すように、3 次元形状データ生成装置 1 は、3 次元計測装置 1 1、位置姿勢変更装置 1 2、コンピュータ装置 1 3、および 3 次元位置センサ 1 4 などによって構成される。

【 0 0 1 7 】

3 次元計測装置 1 1 は、3 次元カメラ 1 1 a および支持体 1 1 b などによって構成される。

3 次元カメラ 1 1 a は、被写体である物体 Q の 3 次元計測を行い、3 次元データ D T を生成する。例えば、1 次元または 2 次元画像領域の奥行きおよび輝度を計測する 3 次元カメラが用いられる。その他、異なる位置に設けられた複数の光学式のカメラによって物体 Q を撮影し、これにより得られた 2 次元画像からステレオ画像法によってそれぞれの対応点を探索し、3 次元データ D T を生成してもよい。なお、3 次元カメラ 1 1 a では 3 次元計測のみを行い、3 次元データ D T の生成については、3 次元計測の結果を基にコンピュータ装置 1 3 によって行ってもよい。

## 【0018】

支持体11bは、3次元カメラ11aを任意の位置または姿勢に支持する。支持体11bには、例えば、三脚架などが用いられる。ユーザは、三脚架の位置または高さを調整するなどして、3次元カメラ11aを任意の位置または姿勢に配置する。支持体11bは、コンピュータ装置13から送信される命令に従ってモータ11cなどの動力により自動的に位置または姿勢に調整できるようにしてもよい。

## 【0019】

位置姿勢変更装置12は、回転テーブル12aおよび支持台12bなどによって構成される。

支持台12bは、空間Sに対して固定して設けられており、その上方に設けられた回転テーブル12aを回転駆動する。回転テーブル12aの上には、物体Qが置かれる。回転テーブル12aは、コンピュータ装置13から送信される命令に従って、モータ12cなどの動力により鉛直方向の回転軸Lを軸として回転することによって、物体Qの位置または姿勢を変更する。

## 【0020】

コンピュータ装置13は、CPU、RAM、ROM、磁気記憶装置、キーボード、マウス、RAMなどに記憶されるプログラムおよびデータなどによって構成される。コンピュータ装置13は、複数の3次元データDTを基に所望する1つの3次元データDTTを生成し、3次元計測装置11または位置姿勢変更装置12の制御のための演算を行い、その他種々の演算などの処理を行う。

## 【0021】

コンピュータ装置13と3次元計測装置11および位置姿勢変更装置12とは、ケーブルまたは無線回線などによって接続されている。

3次元位置センサ14は、トランスミッタ14a、レシーバ14b、およびコントロールユニット14cなどによって構成され、トランスミッタ14aとレシーバ14bとの空間S内における相対的な位置および姿勢を求める。

## 【0022】

トランスミッタ14aは、3次元カメラ11aに取り付けられており、3次元

カメラ 11 a の位置または姿勢の変化に従ってその位置または姿勢が変化する。  
レシーバ 14 b は、支持台 12 b の異なる位置に 2 台取り付けられており、空間 S に対して固定である。トランスミッタ 14 a およびレシーバ 14 b の位置および姿勢の検出を行い、後述する位置姿勢演算部 130 による演算を行うことによって、3 次元計測装置 11 および物体 Q の位置および姿勢を求めることができる。なお、以下、2 台のレシーバ 14 b を区別してレシーバ 14 b 1、14 b 2 と記載することがある。

【0023】

コントロールユニット 14 c は、ドライブ回路 14 c 1、検出回路 14 c 2、および出力部 14 c 3 などによって構成される。ドライブ回路 14 c 1 はトランスミッタ 14 a に交流電流を送り、検出回路 14 c 2 はレシーバ 14 b からの出力信号を検出する。出力部 14 c 3 は、検出結果などをコンピュータ装置 13 へ送信する。コンピュータ装置 13 は、検出結果などを基に、トランスミッタ 14 a とレシーバ 14 b との相対的な位置および姿勢を算出する。

【0024】

ここで、3 次元位置センサ 14 の原理を説明する。図 2 に示すように、トランスミッタ 14 a は、直交コイルによって構成され、その直交コイルに交流電流が流れることにより磁界が発生する。レシーバ 14 b も、直交コイルによって構成され、トランスミッタ 14 a による磁界内に置かれると、その直交コイルに誘起電流が流れる。この誘起電流を検出回路 14 c 2 により測定し、測定結果およびトランスミッタ 14 a に流れる交流電流の特性などから 3 次元座標 ( $r_x$ ,  $r_y$ ,  $r_z$ ) およびオイラー角 ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) を算出する。

【0025】

なお、図 3 に示すように、3 次元座標 ( $r_x$ ,  $r_y$ ,  $r_z$ ) はトランスミッタ 14 a に対するレシーバ 14 b の位置を意味し、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  の各値はそれぞれトランスミッタ 14 a に対するレシーバ 14 b の回転角 (roll)、仰角 (pitch)、方位角 (yaw) を意味する。

【0026】

このような 3 次元位置センサ 14 として、Polhemus 社の「Inside Track」など

が用いられる。

製品化されている3次元位置センサの使用条件は、トランスミッタとレシーバとの距離を約3メートル以内にするこゝである。そこで、3次元カメラ11aの位置または姿勢を変更しても、係る範囲内でレシーバの位置または姿勢を検出できるように、本実施例においては、支持台12bの異なる位置にレシーバ14bを2台設けている。

#### 【0027】

このような構成により、3次元形状データ生成装置1は、図4に示すような機能が実現される。

図4において、コンピュータ装置13は、RAMなどに記憶されているプログラムをCPUで演算処理することによって、位置姿勢演算部130、3次元データ統合部131、カメラ制御部132、およびテーブル制御部133が実現される。

#### 【0028】

位置姿勢演算部130は、3次元カメラ11aと物体Qとの相対的な位置および姿勢を算出し、算出結果に応じて3次元データDTの座標変換を行う。詳しくは後に説明する。

#### 【0029】

3次元データ統合部131は、位置姿勢演算部130によって座標変換された複数の3次元データDTを統合して、目的の3次元データDTTを生成する。

カメラ制御部132は、3次元カメラ11aの位置または姿勢を制御するためにモータ11cに制御命令を送信し、露光量などに関する計測条件を算出して3次元カメラ11aにデータを送信し、または3次元計測を行う旨の命令を3次元カメラ11aに送信するなどの処理を行うことによって、3次元計測装置11の制御を行う。

#### 【0030】

テーブル制御部133は、回転テーブル12aの回転を制御するための命令またはデータなどをモータ12cに送信するなどの処理を行うことによって、位置姿勢変更装置12の制御を行う。

【0031】

メモリ領域134には、複数のフレーム13mが記憶される。フレーム13mは、3次元データDT、その3次元データDTを生成したときの回転テーブル12aの回転角 $\theta$ 、レシーバ14b1、14b2のそれぞれの3次元座標( $r_{xn}$ ,  $r_{yn}$ ,  $r_{zn}$ )、およびオイラー角( $\alpha_n$ ,  $\beta_n$ ,  $\gamma_n$ )に関する各データの集合である(ただし、 $n=1, 2$ )。したがって、物体Qを計測した回数と同数のフレーム13mが生成される。

【0032】

ここで、位置姿勢演算部130における処理について説明する。複数の3次元データDTを統合するには、統合に用いるすべての3次元データDTの座標系を統一しなければならない。そこで、次の(1)式に示す変換行列Mを用いて各3次元データDTを同一の3次元座標系に座標変換する。

【0033】

【数1】

$$M = T_{ct} \cdot T_{tr} \cdot R_{tr} \cdot T_{rb} \cdot R_{bo} \quad \cdots \cdots (1)$$

ただし、

$R_{tr}$

$$= \begin{pmatrix} \cos(-\alpha) & -\sin(-\alpha) & 0 \\ \sin(-\alpha) & \cos(-\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(-\beta) & 0 & -\sin(-\beta) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(-\beta) & 0 & \cos(-\beta) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(-\gamma) & -\sin(-\gamma) \\ 0 & \sin(-\gamma) & \cos(-\gamma) \end{pmatrix}$$

$$R_{bo} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(-\theta) & -\sin(-\theta) \\ 0 & \sin(-\theta) & \cos(-\theta) \end{pmatrix}$$

【0034】

図5に示すように、空間Sには、トランスミッタ14aから発生する磁界の3次元座標系であるトランスミッタ座標系 $O_{tr}$ 、3次元カメラ11aの視線方向を1つの軸とするカメラ座標系 $O_c$ 、レシーバ14bの直交コイルがなす3次元座標系であるレシーバ座標系 $O_r$ 、回転テーブル12aの回転軸Lを1つの軸とする回転テーブル座標系 $O_{tb}$ 、および物体Qを鉛直方向に貫く軸を1つの軸と

する物体座標系  $O_o$  の 5 つの 3 次元座標系が存在する。

【0035】

(1) 式の  $T_{ct}$  は、カメラ座標系  $O_c$  をトランスミッタ座標系  $O_{tr}$  に変換する。トランスミッタ 14a と 3 次元カメラ 11a の視点との位置関係は、予め分かっているので、 $T_{ct}$  は既定値である。

【0036】

$T_{tr}$  は、レシーバ 14b の 3 次元座標 ( $r_x, r_y, r_z$ ) を平行移動させる。 $R_{tr}$  は、X 軸回りに  $-\alpha$ 、Y 軸回りに  $-\beta$ 、Z 軸回りに  $-\gamma$  だけ回転移動させる。 $T_{tr}$ 、 $R_{tr}$  を順に積算することによって、トランスミッタ座標系  $O_{tr}$  をレシーバ座標系  $O_r$  に変換する。

【0037】

$T_{rb}$  は、レシーバ座標系  $O_r$  を回転テーブル座標系  $O_{tb}$  に変換する。レシーバ 14b と回転テーブル 12a との位置および姿勢の関係は、予め分かっているので、 $T_{rb}$  は既定値である。ただし、レシーバ 14b1、14b2 について、それぞれ、 $T_{rb}$  の値が定められる。

【0038】

$R_{bo}$  は、回転軸 L 回りに  $\theta$  だけ回転移動させ、回転テーブル座標系  $O_{tb}$  を物体座標系  $O_o$  に変換する。

つまり、以上の 5 つの変換行列を (1) 式の通りに積算することによって、カメラ座標系  $O_c$  を物体座標系  $O_o$  に変換するための変換行列  $M$  が求められる。換言すれば、変換行列  $M$  によって、物体座標系  $O_o$  における 3 次元カメラ 11a の位置および姿勢を算出することができ、すなわち、物体 Q と 3 次元カメラ 11a との相対的な位置および姿勢を算出することができる。

【0039】

この変換行列  $M$  と各 3 次元データ  $DT$  とを演算することにより、統合に用いられるすべての 3 次元データ  $DT$  の 3 次元座標系を統一する。

次に、複数の 3 次元データ  $DT$  を生成し、これらの 3 次元データ  $DT$  を統合して目的の 3 次元データ  $DTT$  を生成する処理手順について、フローチャートを参照して説明する。

## 【0040】

図6は第一の実施形態における3次元形状データ生成装置1の処理の流れについて説明するフローチャート、図7は3次元データDTの統合の処理について説明するフローチャートである。

## 【0041】

図6において、回転テーブル12aの回転角度 $\theta$ の値を0にリセットする(#11)。3次元カメラ11aの位置および姿勢を調整し(#12)、回転テーブル12aを回転させ、物体Qと3次元カメラ11aとの相対的な位置および姿勢を調整する(#13)。

## 【0042】

位置および姿勢が決まると、ユーザから撮影開始の命令を待つ(#14)。撮影開始の命令があると、回転テーブル12aの回転角度 $\theta$ をフレーム13mに記憶し(#15)、レシーバ14b1、14b2の位置および姿勢を検出し、各3次元座標( $r_{xn}$ ,  $r_{xy}$ ,  $r_{xz}$ )およびオイラー角( $\alpha_n$ ,  $\beta_n$ ,  $\gamma_n$ )をフレーム13mに記憶する(#16)。

## 【0043】

カメラ制御部132から3次元カメラ11aに計測の命令が送信され、3次元カメラ11aは、物体Qを計測して3次元データDTを生成する。3次元データDTは、フレーム13mに記憶される(#17)。

## 【0044】

物体Qと3次元カメラ11aとの相対的な位置および姿勢を変更してステップ#12~#17を繰り返し、物体Qの全周または必要な部分についての3次元データを取得する(#18)。

## 【0045】

必要な3次元データDTをすべて取得すると(#18でYes)、これまでに取得したフレーム13mのデータを用いて3次元データDTの統合を行う(#19)。

## 【0046】

3次元データDTの統合は、図7に示す手順で行われる。1つのフレーム13

mを読み出し(#21)、次に示す(2)式よりレシーバ14b1、14b2についてそれぞれ距離Dを算出してトランスミッタ14aに最も近いレシーバ14bを判別する(#22)。

【0047】

$$D_n = (r_x n^2 + r_y n^2 + r_z n^2)^{1/2} \dots\dots (2)$$

変換行列Mを算出する(#23)。このとき、レシーバ14bの3次元座標およびオイラー角は、先に判別したトランスミッタ14aに最も近いレシーバ14bのものをを用いる。

【0048】

変換行列Mを用いて、3次元データDTの3次元座標を物体座標系Ooに対応するように変換する(#24)。

全てのフレーム13mについて、3次元データDTの3次元座標の変換を行った場合は(#25でYes)、変換された3次元データDTを統合して、目的の3次元データDTTを取得する(#26)。変換を行っていないフレーム13mが残っている場合は(#25でNo)、ステップ#21に戻って、残りのフレーム13mについて処理を繰り返す。

【0049】

このように、本実施形態の3次元形状データ生成装置1によると、物体Qを任意の位置から計測して3次元データを生成することにより、計測不能な部分を減らし、これらの3次元データを統合することにより、複雑な形状の物体であっても精度の高い3次元データを取得することができる。

〔第二の実施形態〕

図8は本発明に係る第二の実施形態の3次元形状データ生成装置1Bを示す図、図9は第二の実施形態の3次元形状データ生成装置1Bの機能的構成を示すブロック図、図10は空間S2に存在する4つの3次元座標系を示す図である。

【0050】

図8～図10において、第一の実施形態と同様の機能または構成のものについては、第一の実施形態と同一の符号を附しており、以下、重複する説明は省略する。



## 【 0 0 5 1 】

第一の実施形態の 3 次元形状データ生成装置 1 においては、レシーバ 1 4 b は、支持台 1 2 b に固定して設けられているので、空間 S に対して固定である。図 8 に示すように、本実施形態の 3 次元形状データ生成装置 1 B では、レシーバ 1 4 b は、回転テーブル 1 2 a に取り付けられているので、回転テーブル 1 2 a の回転に伴って移動する。すなわち、レシーバ 1 4 b は、空間 S 2 に対して回転軸 L を軸に回転する。

## 【 0 0 5 2 】

また、レシーバ 1 4 b は、支持台 1 2 b の異なる位置に 3 台設けられている。その他の 3 次元形状データ生成装置 1 B の構成は、第一の実施形態と同様である。

## 【 0 0 5 3 】

このような構成により、3 次元形状データ生成装置 1 B は、図 9 に示すような機能が実現される。

図 9 において、位置姿勢演算部 1 3 0 B は、第一の実施形態の位置姿勢演算部 1 3 0 と同様に、(3) 式に示す変換行列  $M'$  を用いて各 3 次元データ D T を同一の 3 次元座標系に座標変換する。

## 【 0 0 5 4 】

## 【数 2】

$$M' = T_{ct} \cdot T_{tr} \cdot R_{tr} \cdot T_{ro} \quad \cdots \cdots (3)$$

ただし、

$R_{tr}$

$$= \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos \beta & 0 & -\sin \beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \beta & 0 & \cos \beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \gamma & -\sin \gamma \\ 0 & \sin \gamma & \cos \gamma \end{pmatrix}$$

## 【 0 0 5 5 】

図 1 0 に示すように空間 S 2 には、トランスミッタ座標系  $O_{tr}$ 、カメラ座標系  $O_c$ 、レシーバ座標系  $O_{rB}$ 、および物体座標系  $O_o$  の 4 つの 3 次元座標系が存在する。レシーバ座標系  $O_{rB}$  は、レシーバ 1 4 b の直交コイルがなす 3 次元

座標系である。

【0056】

(3) 式の  $T_{ct}$  は、第一の実施形態の (1) 式と同様に、カメラ座標系  $O_c$  をトランスミッタ座標系  $O_{tr}$  に変換する。

$T_{ro}$  は、レシーバ座標系  $O_{rB}$  を物体座標系  $O_o$  に変換する。レシーバ 14b と物体 Q が置かれる回転テーブル 12a の天板面との位置関係は、予め分かっているもので、 $T_{bo}$  は既定値である。

【0057】

$T_{tr}$ 、 $R_{tr}$  は、順に積算することにより、トランスミッタ座標系  $O_{tr}$  をレシーバ座標系  $O_{rB}$  に変換する。

以上の4つの変換行列を (3) 式の通りに積算することによって、カメラ座標系  $O_c$  を物体座標系  $O_o$  に変換するための変換行列  $M'$  が求められる。

【0058】

そして、変換行列  $M'$  と 3 次元データ  $DT$  とを演算することにより、統合に用いられるすべての 3 次元データ  $DT$  の 3 次元座標系を統一する。

その他の機能的構成は、第一の実施形態と同様である。

【0059】

図 11 は第二の実施形態における 3 次元形状データ生成装置 1B の処理の流れについて説明するフローチャートである。

図 11 に示すように、3 次元カメラ 11a または回転テーブル 12a の位置などを調整し、物体 Q と 3 次元カメラ 11a との相対的な位置および姿勢を調整する (#31、#32)。

【0060】

ユーザから撮影開始の命令がなされると (#33)、レシーバ 14b の位置および姿勢を検出し、各 3 次元座標およびオイラー角をフレーム 13m に記憶する (#34)。物体 Q を計測して 3 次元データ  $DT$  を生成し、フレーム 13m に記憶する (#35)。

【0061】

必要な 3 次元データ  $DT$  をすべて取得したか否かを判別し (#36)、取得し

ていれば 3 次元データ D T の統合処理を行い（# 3 7）、取得していなければ、ステップ # 3 1 に戻って未取得の 3 次元データ D T の生成を行う。

## 【 0 0 6 2 】

第一および第二の実施形態によると、レシーバ 1 4 b を複数台設けることによって、トランスミッタ 1 4 a の移動範囲を広げることができ、サイズの大きな物体 Q であっても 3 次元計測を容易に行うことができる。

## 【 0 0 6 3 】

図 1 2 は第二の実施形態の 3 次元形状データ生成装置 1 B の変形例を示す図である。

第二の実施形態で用いられるレシーバ 1 4 b は、回転テーブル 1 2 a の回転に伴って回転するように設けていれば、取り付ける位置を問わない。例えば、図 1 2 に示すように、回転テーブル 1 2 a の下面に回転軸 L と一致するように連動棒 1 2 d を連結し、その連動棒 1 2 d の下端にレシーバ 1 4 b を取り付けてもよい。これにより、回転テーブル 1 2 a の回転に伴ってレシーバ 1 4 b も回転するので、上述と同様の方法で目的の 3 次元データ D T T を生成することができる。

## 【 0 0 6 4 】

また、2 つの実施形態および変形例において、トランスミッタ 1 4 a とレシーバ 1 4 b とを置き換えて構成してもよい。このとき、回転テーブル 1 2 a を基準とする 3 次元カメラ 1 1 a の 3 次元座標およびオイラー角が測定される。この 3 次元座標およびオイラー角の各要素に「- 1」を掛けることによって、3 次元カメラ 1 1 a を基準とする回転テーブル 1 2 a の 3 次元座標およびオイラー角に変換することができる。そして、上記の実施形態または変形例と同様の方法により目的の 3 次元データ D T T を取得すればよい。

## 【 0 0 6 5 】

その他、3 次元形状データ生成装置 1、1 B、各部の構成、処理内容、または処理順序などは、本発明の趣旨に沿って適宜変更可能である。

## 【 0 0 6 6 】

## 【発明の効果】

本発明によると、計測不可能な部分を従来よりも低減し、複雑な形状の物体で

あっても精度の高い3次元データを生成することができる。また、3次元計測前の準備を低減し、ユーザの作業負担を減らすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る第一の実施形態の3次元形状データ生成装置を示す図である。

【図 2】

3次元位置センサの原理などを説明する図である。

【図 3】

トランスミッタとレシーバとの相対的な位置および姿勢の関係を示す図である。

【図 4】

第一の実施形態の3次元形状データ生成装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図 5】

空間に存在する5つの3次元座標系を示す図である。

【図 6】

第一の実施形態における3次元形状データ生成装置の処理の流れについて説明するフローチャートである。

【図 7】

3次元データの統合の処理について説明するフローチャートである。

【図 8】

本発明に係る第二の実施形態の3次元形状データ生成装置を示す図である。

【図 9】

第二の実施形態の3次元形状データ生成装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図 10】

空間に存在する4つの3次元座標系を示す図である。

【図 11】

第二の実施形態における3次元形状データ生成装置の処理の流れについて説明

するフローチャートである。

【図 12】

第二の実施形態の 3 次元形状データ生成装置の変形例を示す図である。

【図 13】

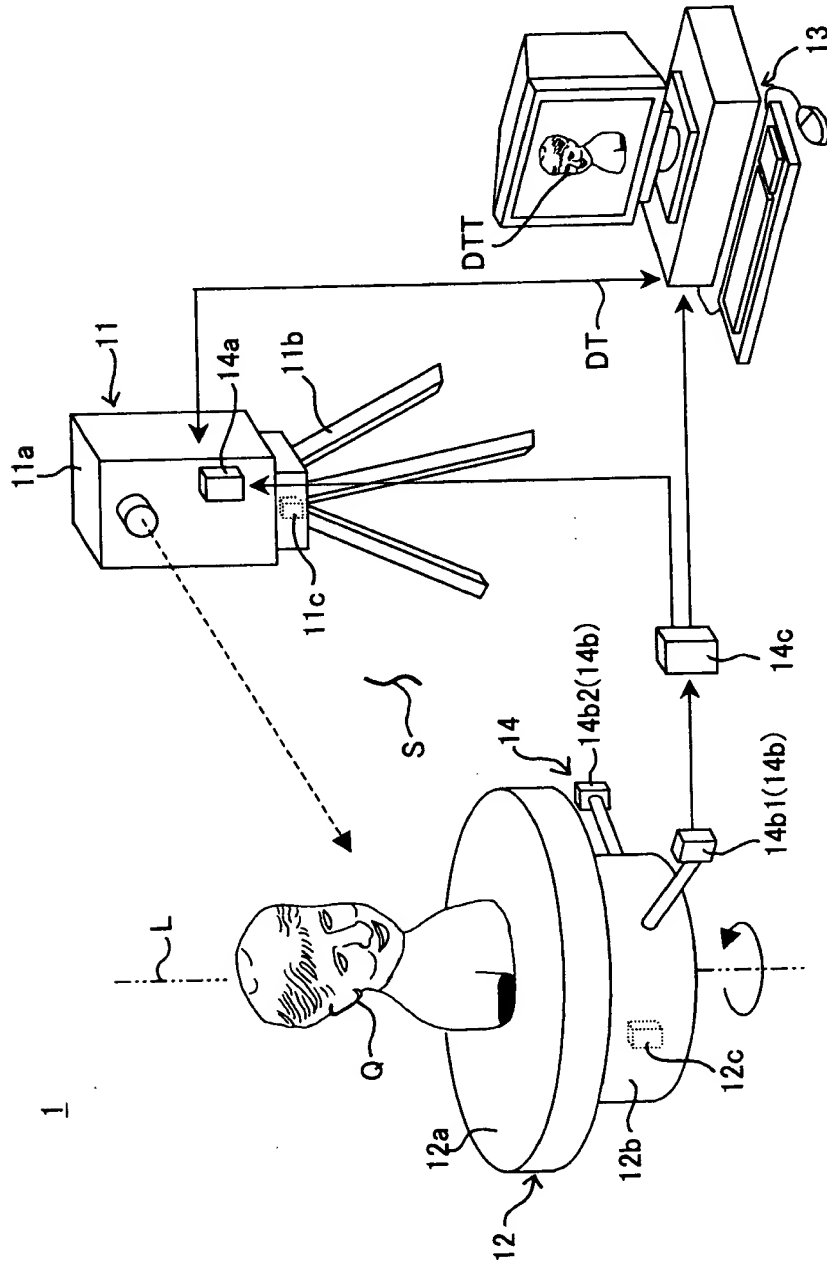
従来における異なる位置から複数の 3 次元データを取得する方法を示す図である。

【符号の説明】

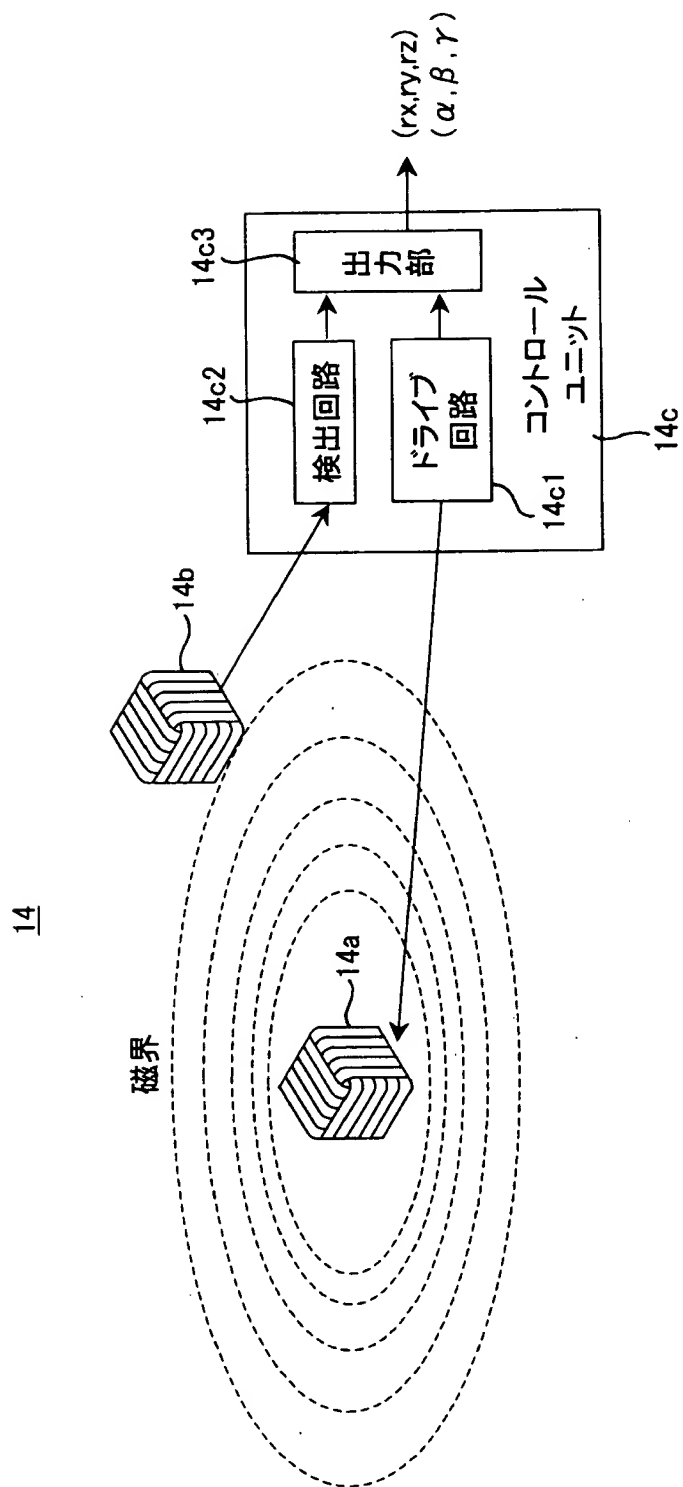
- 1、1B 3次元形状データ生成装置
- 11 3次元計測装置
- 12 位置姿勢変更装置
- 130、130B 位置姿勢演算部（演算手段）
- 131 3次元データ統合部（統合手段）
- 14 3次元位置センサ（相対位置検出手段）
- 14a トランスミッタ（計測位置検出器）
- 14b レシーバ（物体位置検出器）
- DT、DTT 3次元データ

【書類名】 図面

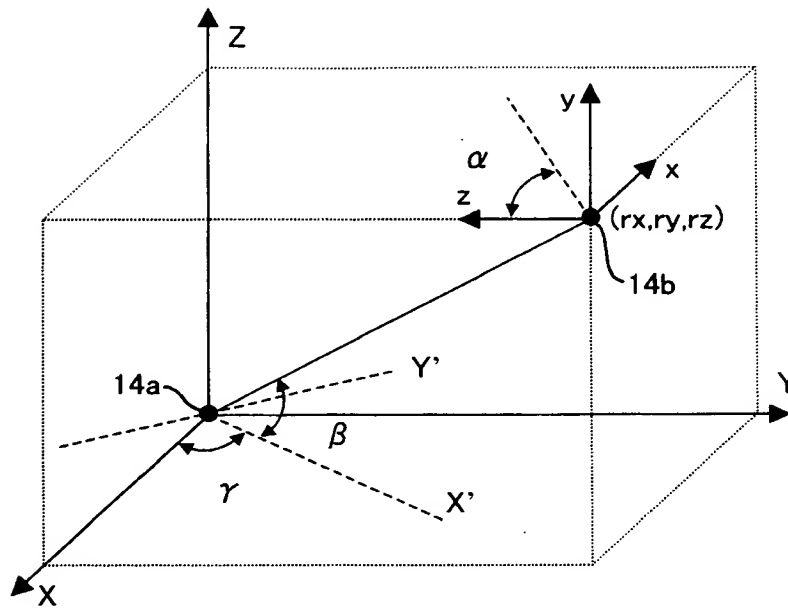
【図 1】



【図 2】

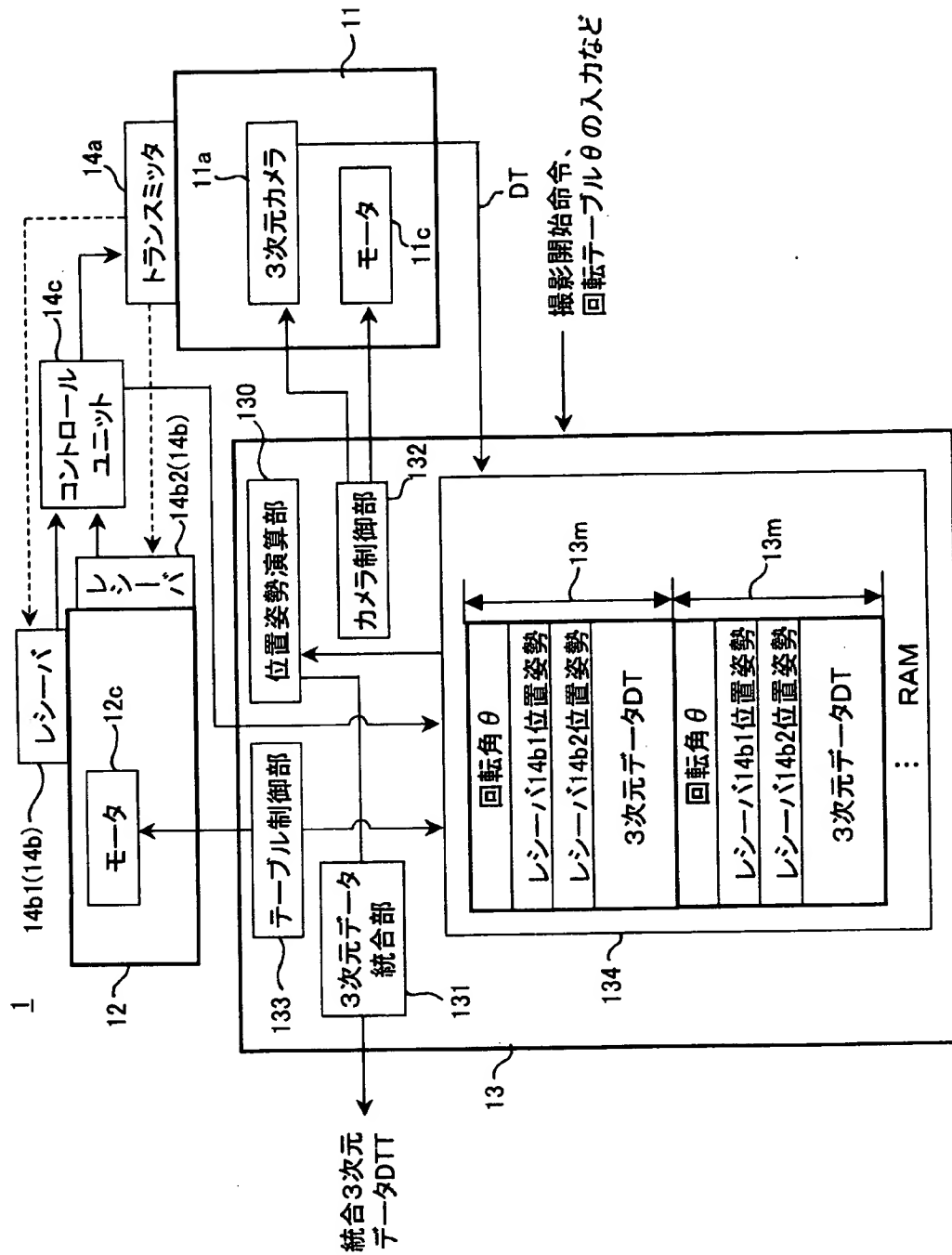


【図 3】

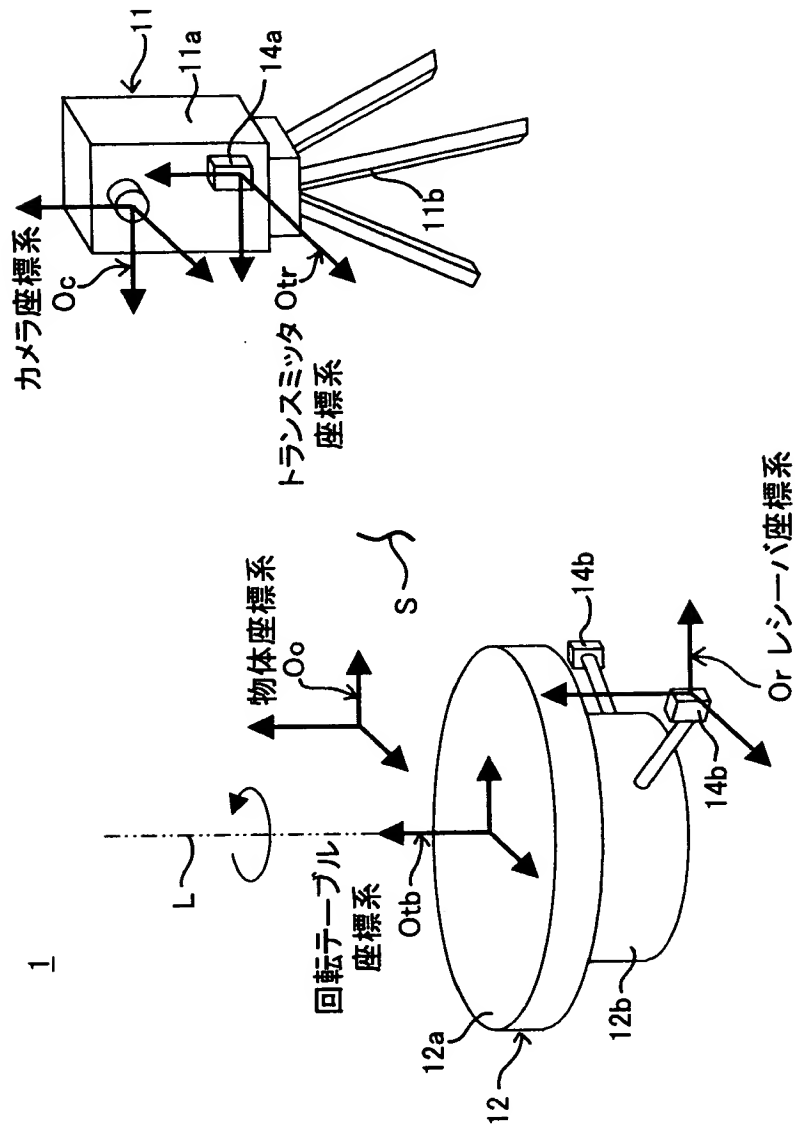




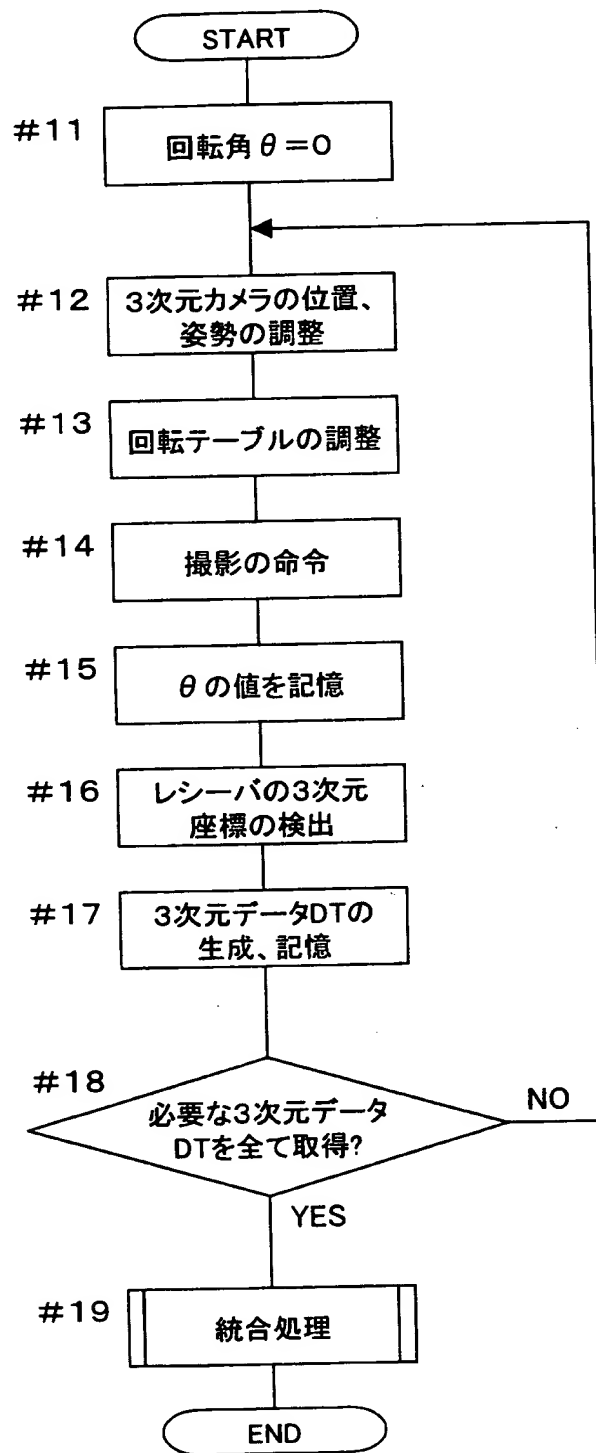
【図 4】



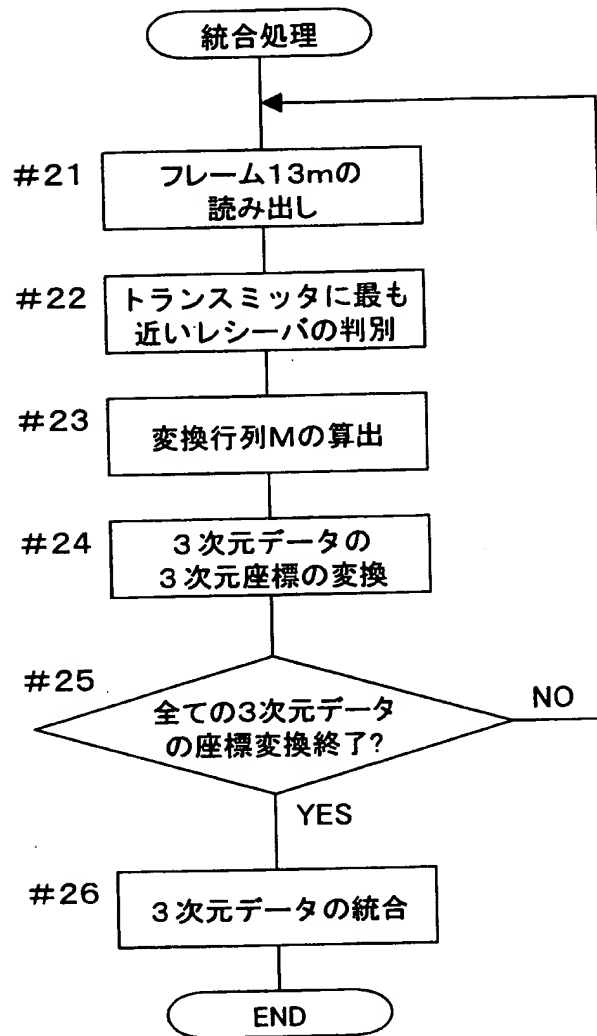
【図 5】



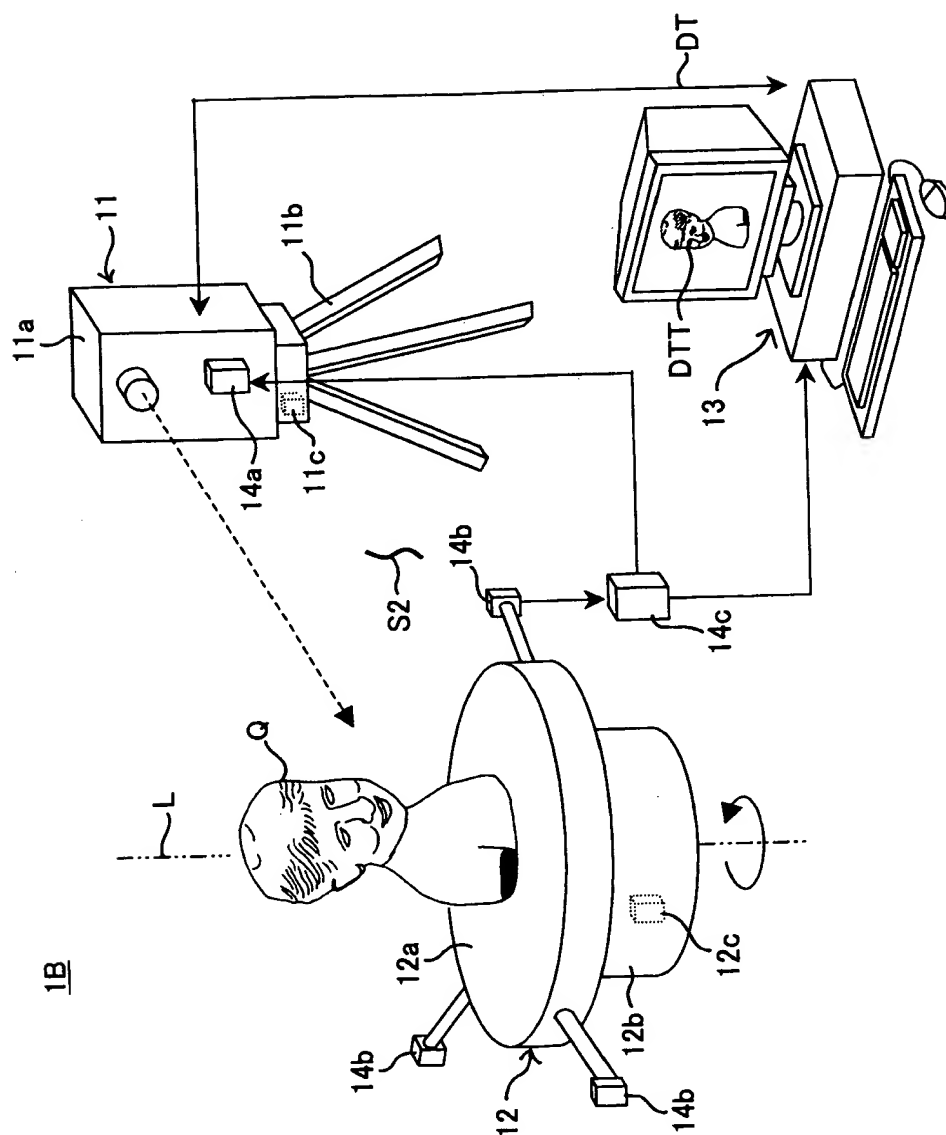
【図 6】



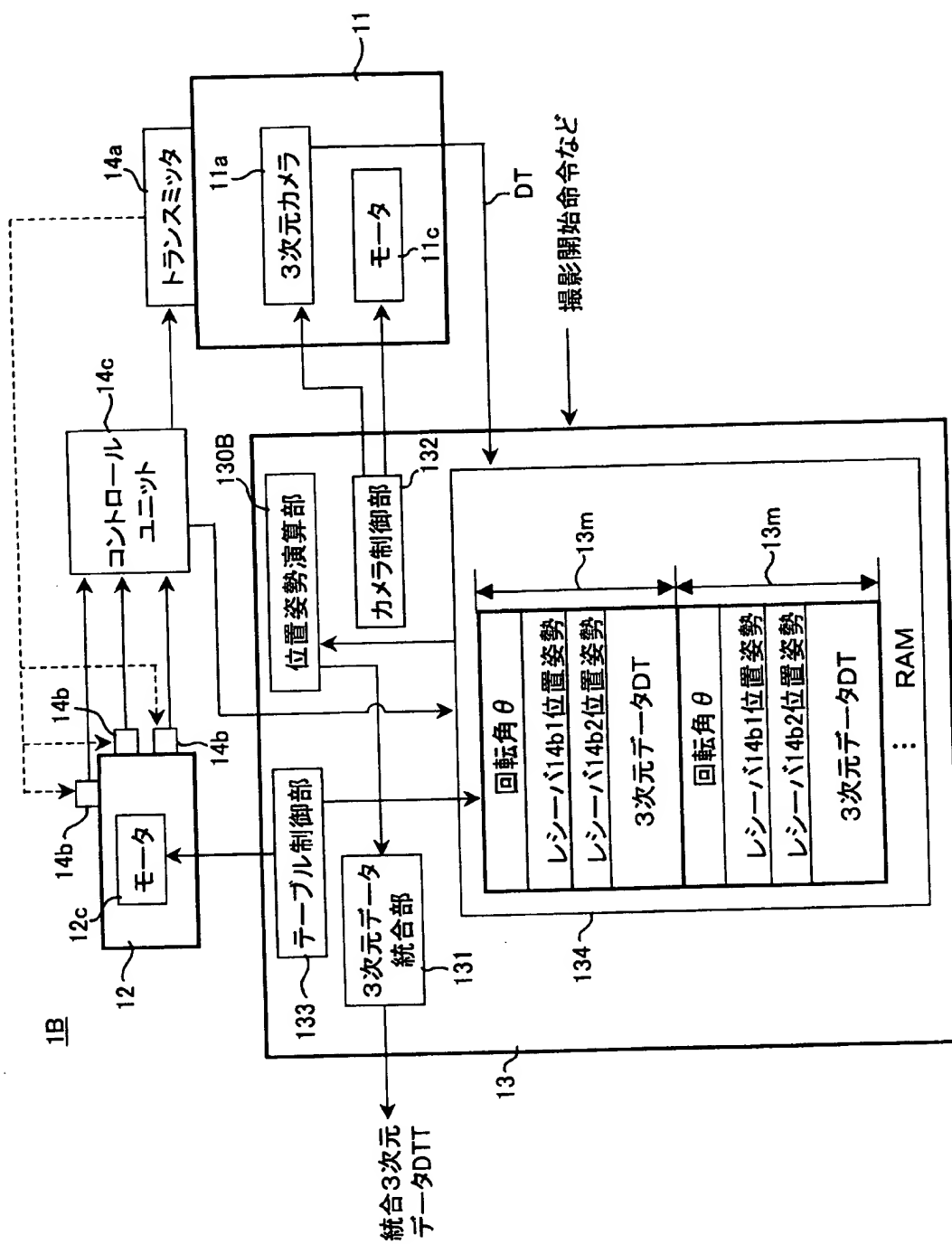
【図 7】



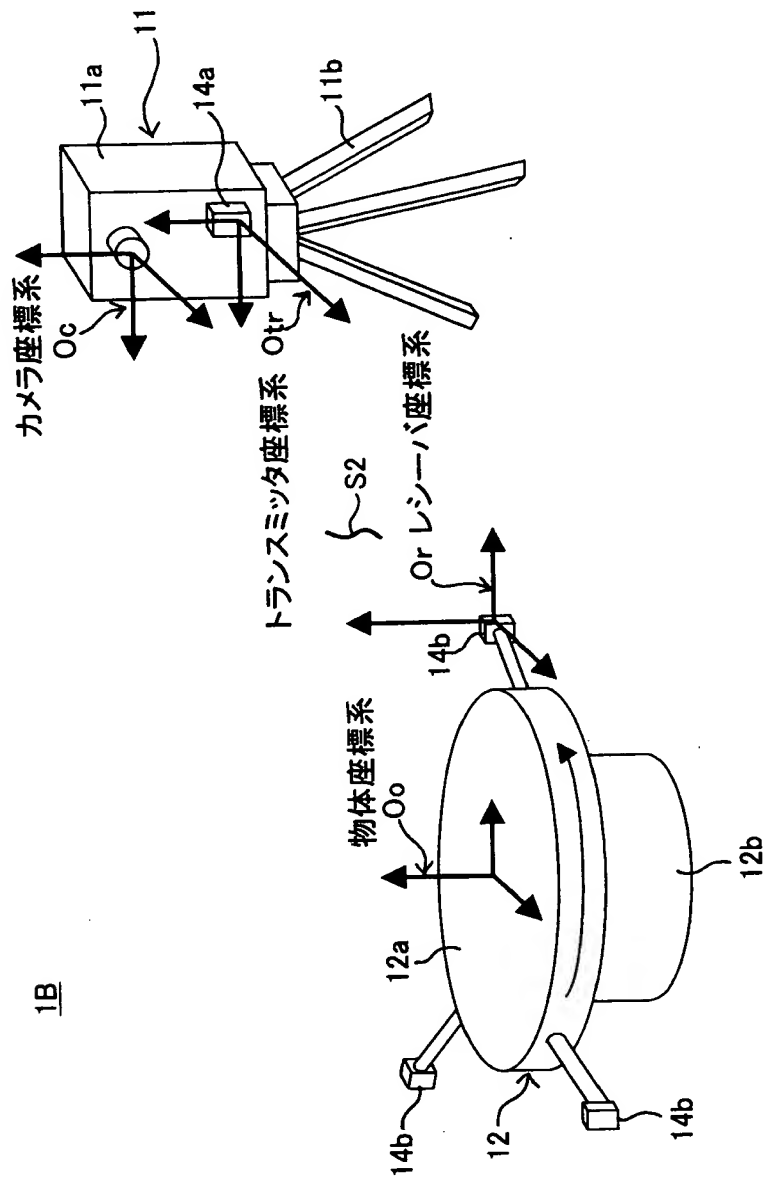
【図 8】



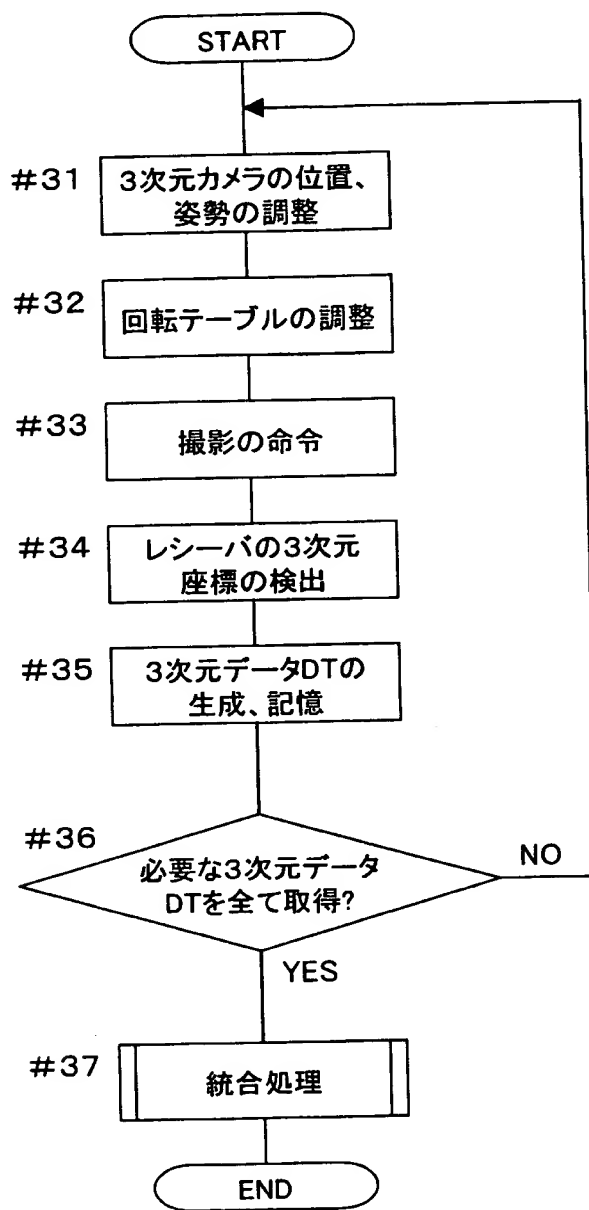
【図 9】



【図 10】

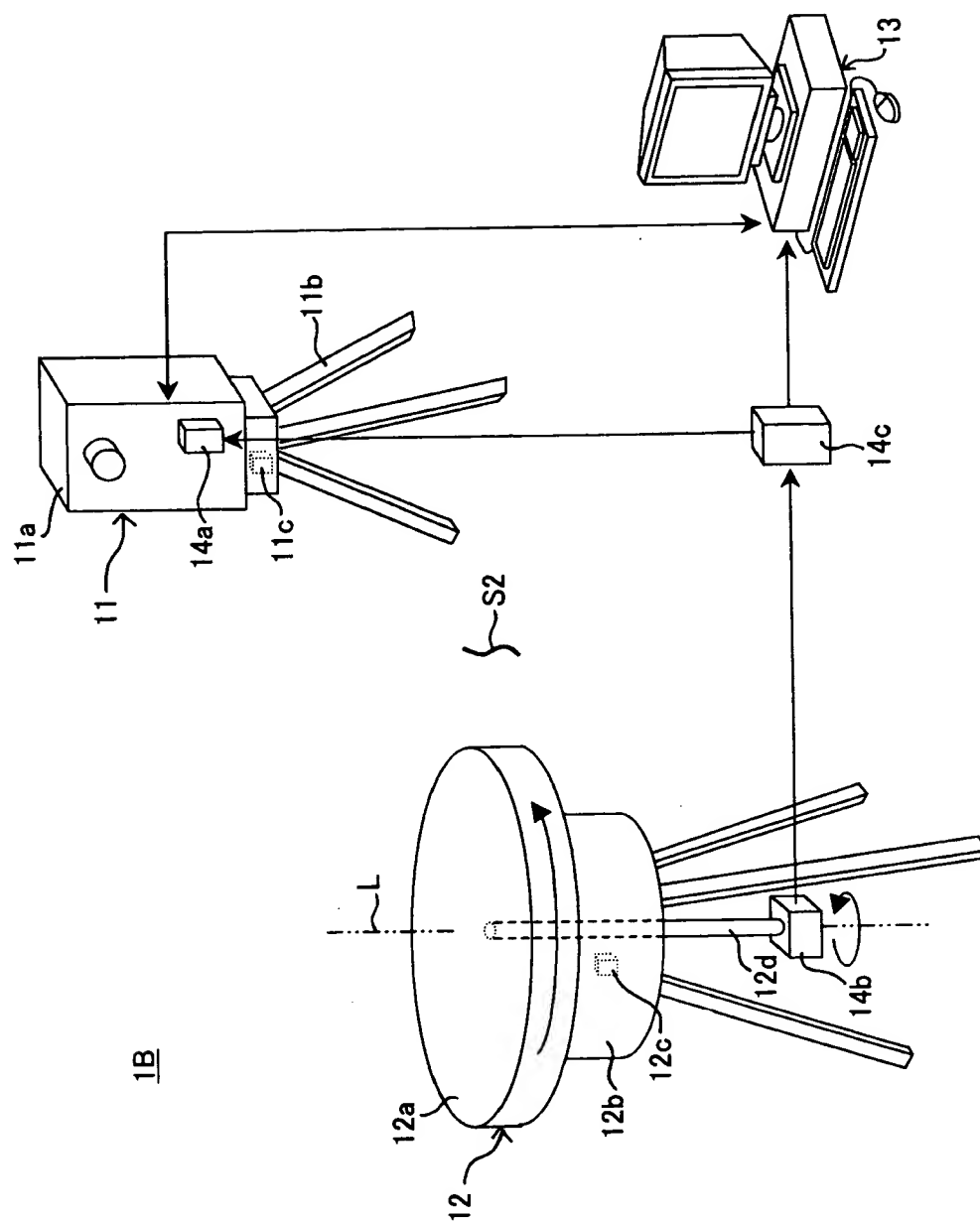


【図 11】

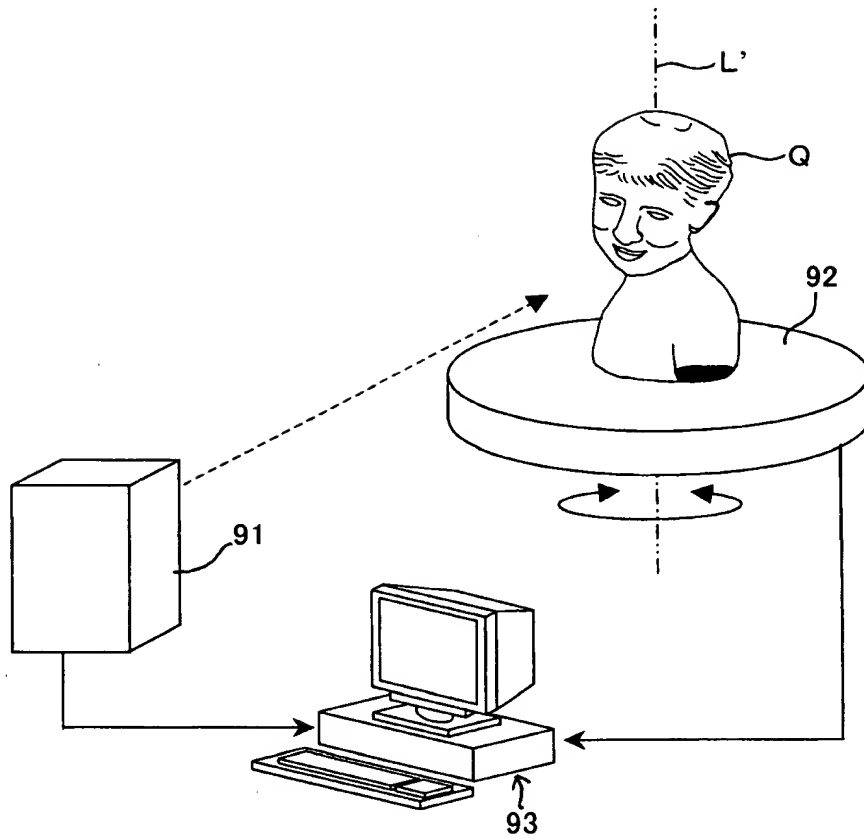




【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】計測不可能な部分を従来よりも削減し、複雑な形状の物体であっても精度の高い3次元データを取得する。

【解決手段】物体Qを計測して3次元データDTを生成する3次元計測装置11と、物体Qの位置または姿勢を変更する制御装置12と、3次元計測装置11と物体Qとの相対的な位置または姿勢を測定する3次元位置センサ14と、3次元位置センサ14の測定結果を基に複数の3次元データDTを統合するコンピュータ装置13とを設ける。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル  
氏 名 ミノルタ株式会社